

PAT-NO: JP02000269890A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000269890 A

TITLE: OPTICAL LINE CHANGEOVER SYSTEM

PUBN-DATE: September 29, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SATO, ISANORI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE	N/A

APPL-NO: JP11068947

APPL-DATE: March 15, 1999

INT-CL (IPC): H04B010/02, G02B006/38, G02B006/40, G02B026/08, H04L012/437

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical line changeover system that can enhance the reliability of an optical communication network by providing a so-called protection function to the system to set a detour route to a standby optical transmission line to ensure a transmission line and decreasing number of optical switches that are components on the occurrence of a fault in the transmission line through which an optical signal is transmitted in the optical communication network.

SOLUTION: The optical line changeover system 10 is provided in terminal stations in an optical communication network having active transmission lines 5, 6 and standby transmission lines 7, 8 consisting of a plurality of optical fibers installed in a plurality of terminal stations and between terminal stations processing the optical signals and selects other transmission line when any transmission line has a fault. The system 10 is provided with optical multiplexers/demultiplexers 11, 12 with an optical add drop function, a plurality of optical switches 13-18 that are placed at both upper and down streams of optical signals with the optical multiplexers/demultiplexers 11, 12 inbetween, photo diodes 19-22 that monitor the optical signals transmitted through the active and standby transmission lines, and a controller 24 that applies changeover control to a prescribed optical switch among a plurality of the optical switches on the basis of a monitor result of the photo diodes.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-269890

(P2000-269890A)

(43)公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51)Int.Cl'  
H 04 B 10/02  
G 02 B 6/38  
6/40  
26/08  
H 04 L 12/437

識別記号

F I  
H 04 B 9/00  
G 02 B 6/38  
6/40  
26/08  
H 04 B 9/00

テ-マ-ト(参考)  
H 2 H 0 3 6  
2 H 0 4 1  
5 K 0 0 2  
F 5 K 0 3 1  
U

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-68947

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(22)出願日 平成11年3月15日 (1999.3.15)

(72)発明者 佐藤 功記

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

(74)代理人 100090022

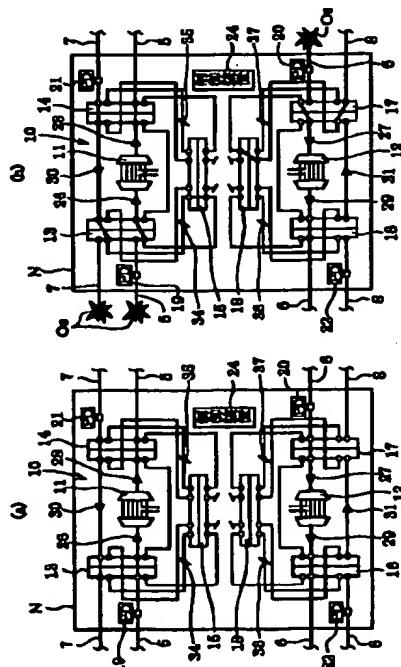
弁理士 長門 侃二

(54)【発明の名称】 光線路切替システム

(57)【要約】

【課題】 光通信用ネットワークにおいて、光信号を伝送する伝送路に障害が生じた場合に、伝送路を確保するために予備光伝送路に迂回ルートを設定するいわゆるアロテクション機能を有し、且つ、構成部品である光スイッチ数を低減することにより、ネットワークの信頼性向上が可能な光線路切替システムを提供する。

【解決手段】 光信号を処理する複数の端局内及び端局間に設置された複数の光ファイバからなる現用伝送路5、6及び予備伝送路7、8を有する光通信ネットワークの、端局に設けられ、いずれかの伝送路に障害が生じた際に他の伝送路に切り替える光線路切替システム10。光アド・ドロップ機能を有する光合分波器11、12、光合分波器を挟んで光信号の上流側と下流側の両側に設置される複数の光スイッチ13～18、現用伝送路及び予備伝送路を伝送される光信号を監視するフォトダイオード19～22及びフォトダイオードにおける監視結果に基づいて複数の光スイッチの所定の光スイッチを切替制御する制御装置24を備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光信号を処理する複数の端局内及び端局間に設置された複数の光ファイバからなる現用伝送路及び予備伝送路を有する光通信ネットワークの、前記端局に設けられ、前記いずれかの伝送路に障害が生じた際に他の伝送路に切り替える光線路切替システムであって、光アド・ドロップ機能を有する光アド・ドロップ手段、前記光アド・ドロップ手段を挟んで光信号の上流側と下流側の両側に設置される複数の光スイッチ、前記現用伝送路及び予備伝送路を伝送される光信号を監視するモニタ手段及び前記モニタ手段における監視結果に基づいて前記複数の光スイッチの所定の光スイッチを切替制御する制御装置を備えたことを特徴とする光線路切替システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の波長を多重化した光信号を光ファイバからなる伝送路で伝送するいわゆる波長多重化(Wavelength Division Multiplexing; WDM)通信をはじめとする様々な光通信用ネットワークにおいて、前記伝送路に障害が生じた場合に他の伝送路を確保するために予備伝送路に自動的に切り替える機能を有する光通信ネットワーク用の光線路切替システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年のインターネットの爆発的な普及に代表されるように、伝送路に伝送されるトラヒックも膨大となり、万一光ファイバが切断されてしまう等、伝送路に何らかの障害が生じた場合、情報の消失は甚大な被害になることが予想される。そのため、通常用いられている伝送路の障害時には予備伝送路にルートを切り替える「プロテクション機能」が備えられている。特に、近年では同じ伝送路でより多くの情報量を伝送する手段として波長分割多重化(Wavelength Division Multiplexing; WDM)技術を用いるWDM通信が注目され、その商用化が開始されつつある状況である。しかも、伝送路の障害による被害も一層深刻であるため、WDM通信用ネットワークにおいてもプロテクション機能が必要となっている。

【0003】 一般に、データ通信等の情報伝送に用いられる光通信ネットワークでは、端局(ノード)の機能については、いわゆるOSI(Open Systems Interconnection)の基本参照モデルと呼ばれる7層構造が採用されている。光信号が伝送される従来の光通信ネットワークのノードにおいては、これらの階層構造のうちSONET(Synchronous Optical Network)層にプロテクション機能を持たせていることが多い。

【0004】 具体的には、伝送されてくる光信号をノードにおいてネットワークから電気信号として取り出し(ドロップ)、電気信号によって伝送路の障害を判定し、

必要に応じて新規の情報を重畳した後、再び光信号に変換してネットワークに光信号を挿入する(アド)ものである。即ち、SONET層においては電気信号によってアド・ドロップ機能及びプロテクション機能を実現している。

【0005】 しかし、WDM通信においては光信号は多重化されている。このため、ネットワークノードにおいて、各波長の光信号をSONET層でその都度光-電気、電気-光信号に変換することは、SONET伝送装置の高騰だけでなく、ネットワークにおけるノードの機能が複雑化する原因となる。そこで、ネットワークノードを含むWDMネットワーク全体のコスト低減のためには、従来SONET層に依存していたアド・ドロップ機能及びプロテクション機能を光信号のまま行う方式が注目され、様々な研究機関において研究開発が行われ始めている。

【0006】 例えば、図7に一例を模式的に示すリング状ネットワークは、通常時、光信号が矢印で示すように互いに反対方向に伝送される2本の現用光ファイバ1と、現用光ファイバ1に障害が生じた場合に切り替えられ、光信号が矢印で示すように互いに反対方向に伝送される2本の予備光ファイバ2の合計4本の伝送路から構成されている。この場合、このネットワークを伝送される光信号が多重化された信号の場合にはWDMネットワークとなる。

【0007】 各ネットワークノードN1~N5は、光信号をネットワークから取り出し(ドロップ)たり、挿入(アド)する機能を有している。図7においては、ネットワークノードN3に矢印Aで示すようにアドされた光信号が、目的地であるノードN1に最短経路となる時計回りで現用光ファイバ1を伝送され、ノードN1で矢印Dで示すようにドロップされている様子、及び、ネットワークノードN1に矢印Aで示すようにアドされた光信号が、目的地であるノードN3に最短経路となる反時計回りで現用光ファイバ1を伝送され、ノードN3で矢印Dで示すようにドロップされている様子を、それぞれ光信号の伝送経路を太線にして示した。

【0008】 上記リング状ネットワークにおいて、ノードN1とノードN2の間の伝送路に障害Obが生じた場合にSONET層のプロテクション機能が作動して迂回ルートが設定される方式を説明する。この迂回ルートには2通りあり、迂回ルートを設定する方式を図8(a)、(b)に示す模式図に基づいて以下に説明する。ここで、図8(a)、(b)においては、ネットワークを形成する端局を5つとして模式的に示したがネットワークを構成する端局数はいくつであっても構わない。また、図8(a)、(b)においては、図7と同様に、光信号の伝送経路を太線にして示した。

【0009】 図8(a)は、「リングプロテクション」方式と呼ばれる迂回ルートの設定方式を示す模式図で、上記リング状ネットワークにおいて、ノードN1とノードN2との間で現用光ファイバ1と予備光ファイバ2の4

本が同時に被災した場合を示す。リングプロテクション方式では、ノードN3で現用光ファイバ1に矢印Aで示すようにアドされた光信号は、現用光ファイバ1を時計回りにノードN2まで伝送された後、ノードN2で予備光ファイバ2に切り替えられてノードN1まで反時計回りに伝送され、ノードN1で予備光ファイバ2から矢印Dで示すようにドロップされる。逆に、ノードN1において矢印Aで示すように予備光ファイバ2にアドされた光信号は、時計回りに伝送されて目的地のノードN3を一旦通過した後、ノードN2で現用光ファイバ1に切り替えられて反時計回り伝送され、ノードN3で現用光ファイバ1から矢印Dで示すようにドロップされる。

【0010】上記のように、リングプロテクション方式とは、伝送路に障害が生じた両端のノードにおいて、現用光ファイバと予備光ファイバとが短絡されるように迂回ルートが設定される方式である。一方、図8(b)は「スパンプロテクション」方式と呼ばれる迂回ルートの設定方式を示す模式図で、上記リング状ネットワークにおいて、ノードN1とノードN2との間で現用光ファイバ1の2本が被災した場合を示す。

【0011】スパンプロテクション方式では、ノードN3で現用光ファイバ1に矢印Aで示すようにアドされた光信号は、現用光ファイバ1を時計回りにノードN2まで伝送された後、ノードN2で予備光ファイバ2に切り替えられて時計回りに伝送され、ノードN1で予備光ファイバ2から矢印Dで示すようにドロップされる。逆に、ノードN1で予備光ファイバ2に矢印Aで示すようにアドされた光信号は、予備光ファイバ2を反時計回りにノードN2まで伝送され、ノードN2において現用光ファイバ1に戻された後、現用光ファイバ1を反時計回りにノードN3まで伝送され、ノードN3において現用光ファイバ1から矢印Dで示すようにドロップされる。

【0012】上記のように、スパンプロテクション方式とは、あるノード間で現用伝送路のみに障害が生じた場合、その区間(スパン)のみ予備光ファイバを伝送するように迂回ルートが設定される方式である。以上から、リングプロテクション方式は、あるノード間で予備光ファイバに障害が生じた場合でも、リングネットワークを形成する全てのノードに光信号を伝送することが可能である。このため、リングプロテクション方式は、現用光ファイバのみが被災した場合に作動するスパンプロテクション方式の機能を含んでいるとみなすことができる。

【0013】従って、光通信ネットワークにおいては、リングプロテクション方式の機能のみを有するように設計することも可能である。しかし、スパンプロテクション方式は、最短経路での迂回ルートを提供可能であるというメリットがある。このため、光通信ネットワークにおいては、リングプロテクション方式及びスパンプロテクション双方の機能を有するようにネットワーク設計を行ふこともメリットがある。

【0014】但し、実際には現用光ファイバのみに障害が生じるということは考えにくく、スパンプロテクション方式の本来の意義は、現用光ファイバに光信号を伝送させるための伝送装置に異常が生じた場合に、予備光ファイバに光信号を伝送させるための伝送装置を用いるという点にある。冒頭に記したように、ネットワークノードを含むWDMネットワーク全体のコスト低減のために、上記のようなSONET層におけるプロテクション機能作動時の迂回ルート設定を光信号のまま行うようなノード構成が試みられている。これを従来の「SONET層におけるプロテクション機能」に対応させて「光(WDM)層におけるプロテクション機能」と呼ぶことにする。光(WDM)層におけるプロテクション機能を実現するためには、従来SONET層におけるアド・ドロップ機能においては、光信号を電気信号として処理していたのに対し、光信号のままアド・ドロップする機能も盛り込まれることになる。

【0015】図8(a), (b)に示したようなSONET層における「リングプロテクション方式」、「スパンプロテクション方式」と同様な2つの迂回ルートの設定を、光(WDM)層のプロテクション機能として実現するうえで、ノードの光アド・ドロップ機能を有する部分の両端に設置される光スイッチは、複数の光スイッチから構成されることになる。その際、複数の光スイッチは、リングプロテクション方式、スパンプロテクション方式のどちらか一方のプロテクション機能を持たせるか、或いは双方のプロテクション機能を持たせるかによって異なるが、現状ではリングプロテクション方式のみを想定し、スパンプロテクション方式が想定されていない構成例が多い。

【0016】これは、前述のように、あるノード間で現用光ファイバのみに障害が生じた場合にスパンプロテクション方式で伝送路を切り替えることは、最短経路で迂回ルートが設定されるため効率が良い。しかし、迂回ルートの設定に際し、リングプロテクション方式で伝送路を切り替えることが可能な構成であれば、遠回りにはなるが必ず迂回ルートの設定が可能であるため、必ずしもスパンプロテクション方式は必要ではないことによる。

【0017】しかしながら、光通信システムにおいて、伝送路に何らかの障害が生じ、プロテクション機能が作動した際の迂回ルートを設定する方式として、リングプロテクション方式及び/またはスパンプロテクション方式のいずれの場合を想定しても、プロテクション機能の動作の確実性を向上させるために、用いる光スイッチ数を減らすことは、部品点数削減によるコスト低減だけでなく、プロテクション動作の確実性の向上によりネットワークの信頼性を向上させるという観点から有意義である。

【0018】本発明は、前記の従来技術の問題点を解決すべく創案されたもので、光通信ネットワークにおいて、光信号を伝送する伝送路に障害が生じた場合に、伝送路を確保するために予備光伝送路に迂回ルートを設定

するいわゆるプロテクション機能を有し、且つ、構成部品である光スイッチ数を低減することにより、ネットワークの信頼性向上が可能な光線路切替システムを提供することを目的とする。

## 【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を実現するため、光信号を処理する複数の端局内及び端局間に設置された複数の光ファイバからなる現用伝送路及び予備伝送路を有する光通信ネットワークの、前記端局に設けられ、前記いずれかの伝送路に障害が生じた際に他の伝送路に切り替える光線路切替システムであって、光アド・ドロップ機能を有する光アド・ドロップ手段、前記光アド・ドロップ手段を挟んで光信号の上流側と下流側の両側に設置される複数の光スイッチ、前記現用伝送路及び予備伝送路を伝送される光信号を監視するモニタ手段及び前記モニタ手段における監視結果に基づいて前記複数の光スイッチの所定の光スイッチを切替制御する制御装置を備えた構成としたのである。

## 【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の光線路切替システムに係る一実施形態を図1乃至図6に基づいて詳細に説明する。

(実施例1) 光線路切替システム10は、図1(a), (b)に示すように、現用光ファイバ5, 6及び予備光ファイバ7, 8を有する光通信用のリングネットワークのノードNに設けられ、光合分波器11, 12、光スイッチ13～18、フォトダイオード19～22及び制御装置24を備え、リングプロテクション方式及びスパンプロテクション方式双方の方式でプロテクション機能を実現することができる。

【0021】ここで、図1(a), (b)を含め以下の各実施例で使用する図面においては、太線が光信号の伝送経路を示している。光合分波器11, 12は、それぞれ波長多重化された光信号からある特定の波長の光信号を抜き差しする光アド・ドロップ機能を有する合分波手段で、現用光ファイバ5と現用光ファイバ6に設けられている。光合分波器11, 12は、現用光ファイバ5, 6の光信号の伝送方向から見て上流側に、伝送されてくる光信号を増幅する光アンプ26, 27が、同じく下流側に、隣のノードまで光信号を伝送するために必要な光パワーを得るために光アンプ28, 29が、それぞれ設けられている。但し、合分波手段は、光アド・ドロップ機能を有していれば、前記光合分波器11, 12に代えてファイバブリッジ回折格子(FiberBraggGrating; FBG)等を用いても差し支えない。また、光アンプ26～29は、伝送されてくる光信号のパワーの減衰量に応じて利得(ゲイン)が設定される。

【0022】ここで、予備光ファイバ7, 8は、隣接するノード間のスパンロスを補償するため、光スイッチ13, 14の間に光アンプ30が、光スイッチ16, 17

の間に光アンプ31が、それぞれ設置されている。光アンプ26～31としては、例えば、エルビウム(Er)等の希土類元素を添加した光ファイバ等が使用される。

【0023】光スイッチ13～18は、それぞれ丸印で示す4つの入力ポートと出力ポートを有し、図示のように複数の光ファイバで接続され、図示の状態では全てが後述するバー状態にある。光スイッチ13～18は、光(WDM)層プロテクション用のスイッチで、そのうち光スイッチ15, 18は、リングプロテクション方式と10スパンプロテクション方式とのプロテクション方式かを決定する機能を有している。また、光スイッチ13, 15の間、光スイッチ14, 15の間、光スイッチ16, 18の間並びに光スイッチ17, 18の間を接続する光ファイバには、それぞれ固定式の光減衰器34～37が設けられている。光減衰器34～37が設けられた光ファイバの伝送路は、リングプロテクション方式によって迂回ルートが設定され、伝送路が切り替えられた時に光信号が通過する。ここで、光減衰器34, 35は光アンプ30の、光減衰器36, 37は光アンプ31の、それぞれ利得に相当する減衰量を有する。

【0024】ここで、光スイッチ13～18としては、例えば、図2(a)に示す光スイッチを使用することができる。即ち、例えば、光スイッチ13は、互いに突合せ端面で突き合わされ、突合せ端面に沿って相対移動可能で、突合せ端面間に屈折率整合剤(図示せず)が充填された第1フェルール50及び第2フェルール60を備えている。

【0025】第1フェルール50は、一端が突合せ端面に等間隔Dで露出する4本の光ファイバ51～54とループバックファイバ55, 56、これらのファイバ51～56の両側に形成されるそれぞれ2本ずつのピン孔50aとピン孔50bとを有している。一方、第2フェルール60は、一端が突合せ端面に等間隔Dで露出する4本の光ファイバ61～64とループバックファイバ65, 66、これらのファイバ61～66の両側に形成されるそれぞれ2本ずつのピン孔60aとピン孔60bとを有している。そして、ループバックファイバ65, 66は、他端がループバックファイバ55, 56の他端と融着接続されている。

【0026】従って、両フェルール50, 60は、対応するピン孔50a, 60aにピン71を挿入すると、図2(a)に示すように、光ファイバ51, 61、光ファイバ52, 62、光ファイバ53, 63、光ファイバ54, 64並びにループバックファイバ56, 65が、それぞれ突合せ端面で接続される(この状態を「バー状態」と呼ぶ)。

【0027】一方、両フェルール50, 60は、ピン71を後退させてピン孔60aからピン71を引き抜き、ピン孔50b, 60bにピン72を挿入すると、図2(b)に示すように、光ファイバ51が光ファイバ62

に、光ファイバ53が光ファイバ64に、それぞれ切り替えられて突合せ端面で接続される。このとき、ピン7 1, 72を前進あるいは後退させる手段としては、ソレノイド等を使用することができる。

【0028】これと共に、両フェルール50, 60は、光ファイバ52が、ループバックファイバ65、ループバックファイバ55を経て光ファイバ61に、また、光ファイバ54が、ループバックファイバ66、ループバックファイバ56を経て光ファイバ63に、それぞれ切り替えられる（この状態を「クロス状態」と呼ぶ）。ここで、第1フェルール50及び第2フェルール60は光スイッチ13の場合について説明したが、他の光スイッチ14～18においても同様である。

【0029】フォトダイオード18～21は、現用光ファイバ5, 6及び予備光ファイバ7, 8を伝送される光信号を監視するモニタ手段で、図示しないが、それぞれ制御装置24と接続され、モニタした光信号のパワーに関する信号を制御装置24に出力する。制御装置24は、光スイッチ13～18の切替状態を制御するもので、フォトダイオード18～21から送られてくる信号に基づき、現用光ファイバ5, 6や予備光ファイバ7, 8を伝送される光信号のパワーが予め設定した所定値以下になった場合に、光スイッチ13～18の所定の光スイッチに制御信号を出力して切り替える。

【0030】光線路切替システム10は、以上のように構成されており、例えば、図1（b）に示すように、現用光ファイバ5, 6と予備光ファイバ7に障害Osが生じると、現用光ファイバ5, 6についてはフォトダイオード19, 20から出力される信号に基づいて制御装置24が、予備光ファイバ7については左方に隣接するノードに設けた対応するフォトダイオードからの信号を基に制御装置24が、光スイッチ13, 17, 18に切替信号を出力してそれぞれバー状態からクロス状態に切り替え、プロテクション機能が発現される。

【0031】これにより、光線路切替システム10においては、図中右方の他のノードから予備光ファイバ7によって伝送されてくる光信号が、太線で示すように、光スイッチ14→光アンプ30→光スイッチ13→光減衰器34→光スイッチ15→光スイッチ13→光アンプ26→光合分波器11→光アンプ28→光スイッチ14→ 40

現用光ファイバ5と経由されて右方の他のノードへ伝送され、リングプロテクション方式で迂回ルートが設定される。

【0032】このとき、予備光ファイバ7に設置された光アンプ30は、前記のように光ファイバに障害が生じた区間に近接する2つのノード以外のリングネットワークを構成するノード（例えば図8(a)におけるノードN4やノードN5の場合を指す）において光信号が予備光ファイバをバイパスしていく際のノード間のロス補償用である。

【0033】従って、本実施例に示したような光ファイバに障害が生じた区間に近接する2つのノードでは、経路がループバックされて光合分波器11に隣接する光アンプ28によって隣のノードまでの伝送パワーを補償している。このため、光線路切替システム10は、光アンプ30による増幅が不要であるので、光アンプ30に相当するゲイン分を光減衰器34で減衰させる。

【0034】また、他方の現用光ファイバ6においては、光スイッチ17, 18クロス状態に切り替わる。このため、光線路切替システム10においては、右方のノードより予備光ファイバ8を伝送されてくる光信号が、太線で示すように、光スイッチ17→光スイッチ18→光スイッチ17→光アンプ27→光合分波器12→光アンプ29→光スイッチ16→現用光ファイバ6と経由されて左方の他のノードへ伝送され、スパンプロテクション方式で迂回ルートが設定される。

【0035】本実施例においては互いに反対方向に伝送する現用光ファイバ5, 6と予備光ファイバ7, 8がそれぞれ独立なペアを構成している。このため、光線路切替システム10においては、ファイバ障害の位置によって、現用光ファイバ5, 6と予備光ファイバ7, 8がそれぞれ独立にリングプロテクション方式あるいはスパンプロテクション方式のプロテクション機能をとることが可能である。

【0036】このとき、表1に、光ファイバ障害位置とプロテクション機能を実現するために切り替わる光スイッチの切り替え状態の関係を一覧表にして示す。

【0037】

【表1】

光スイッチの切替え状態			光ファイバ障害位置
13, 17	14, 16	15, 18	通常時
バー	バー	バー	ノードの下流側で現用、予備光ファイバ共に障害(リングプロテクション方式)
バー	クロス	バー	ノードの上流側で現用、予備光ファイバ共に障害(リングプロテクション方式)
クロス	バー	バー	ノードの上流側で現用光ファイバに障害(スパンプロテクション方式)
クロス	バー	クロス	ノードの下流側で現用光ファイバに障害(スパンプロテクション方式)
バー	クロス	クロス	ノードの上、下流側で共に現用光ファイバに障害(スパンプロテクション方式)
クロス	クロス	クロス	ノードの上、下流側で共に現用光ファイバに障害(スパンプロテクション方式)

【0038】上記のように、本実施例の光線路切替システム10は、リングプロテクション方式で伝送路を切り替えるためには、通常時にバー状態である全て光スイッチのうち1つがクロス状態に切り替わることで実現可能である。このため、光線路切替システム10は、光スイッチが切り替わらないことによりプロテクション機能が発現されないという事故の起こる可能性が低減される。

【0039】また、光線路切替システム10は、前述のようにリングプロテクション機能の方が汎用性があるので、リングプロテクション作動時に1個の光スイッチを切り替えるだけで実現可能なように構成されている。更に、光線路切替システム10においては、光スイッチ15, 18の結線を変更すれば、スパンプロテクション時に1個の光スイッチを切り替えるだけで光線路の切替が実現可能で、リングプロテクション時に2個の光スイッチ切り替えが必要な構成も可能である。

【0040】また、光線路切替システム10においては、全体の光スイッチの数を6個に低減可能であることがわかる。

【0041】(実施例2) 本実施例の光線路切替システムは、実施例1の光線路切替システム10の変形例で、図3(a), (b)に示すように、光減衰器34～37に代えて可変式の光減衰器38, 39を予備光ファイバ7, 8の経路上の光アンプ30, 31の光信号の伝送方向上流側に設置したものである。従って、本実施例においては、システムの符号を含めて実施例1と同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を簡単にする。

【0042】光減衰器38, 39は、通常時は減衰なし(部品として固有の損失のみ)として動作させ、光ファイバに障害が生じリングプロテクション方式に基づく迂回ルートが設定された際にのみ光アンプ30, 31のゲインに相当する分を減衰させることにより、実施例1の場合と全く同様にプロテクション機能が作動することは明らかである。

【0043】光線路切替システム10において、現用光ファイバ5, 6及び予備光ファイバ7で障害Osが生じると、図3(b)に示すように、図1(b)に示す実施例1の場合と同様にして、制御装置24が光スイッチ13, 17, 18に切替信号を出力してそれぞれバー状態から\*

\*クロス状態に切り替え、プロテクション機能が発現される。

【0044】従って、本実施例の光線路切替システム10においては、右方の他のノードから予備光ファイバ7によって伝送されてくる光信号が、太線で示すように、光スイッチ14→光減衰器38→光アンプ30→光スイッチ13→光スイッチ15→光スイッチ13→光アンプ26→光合分波器11→光アンプ28→光スイッチ14→現用光ファイバ5と経由されて右方の他のノードへ伝送され、リングプロテクション方式で迂回ルートが設定される。

【0045】一方、右方のノードより予備光ファイバ8を伝送されてくる光信号が、太線で示すように、光スイッチ17→光スイッチ18→光スイッチ17→光アンプ27→光合分波器12→光アンプ29→光スイッチ16→現用光ファイバ6と経由されて左方の他のノードへ伝送され、スパンプロテクション方式で迂回ルートが設定される。

【0046】(実施例3) 次に、本発明の光線路切替システムに係る他の実施例を図4(a), (b)に示す構成図に基づいて説明する。ここで、実施例3並びに実施例4においては、実施例1及び実施例2と同一の構成要素には、同一の符号を使用することで説明を簡単にする。光線路切替システム40は、図4(a), (b)に示すように、現用光ファイバ5, 6及び予備光ファイバ7, 8を有する光通信用のリングネットワークのノードNに設けられ、光合分波器11, 12、光スイッチ13, 14, 16, 17、フォトダイオード19～22、制御装置24、光アンプ26～31及び光減衰器34～37を備え、リングプロテクション方式でプロテクション機能を実現することができる。

【0047】このとき、図示のように、例えば、光減衰器34は、光スイッチ13の丸印で示す2つの入力ポートを接続する光ファイバに設けられ、他の光減衰器35～37も同様である。光線路切替システム40の具体的な構成について説明すると、ノードNには互いに逆向きに光信号が伝送される現用光ファイバ5, 6と予備光ファイバ7, 8が接続されている。

【0048】現用光ファイバ5は、図中左方のノード

11

(図示せず)からノードNに導かれ、フォトダイオード19、光スイッチ13、光アンプ26、光合分波器11、光アンプ28及び光スイッチ14を通った後、図中右方のノード(図示せず)へと繋がれている。また、現用光ファイバ6は、図中右方のノード(図示せず)からノードNに導かれ、フォトダイオード20、光スイッチ17、光アンプ27、光合分波器12、光アンプ29、光スイッチ16を通った後、図中左方のノード(図示せず)へと繋がれている。

【0049】予備光ファイバ7は、図中右方のノード(図示せず)からノードNに導かれ、フォトダイオード21、光スイッチ14、光アンプ30、光スイッチ13を通って図中左方のノード(図示せず)へと繋がれている。一方、予備光ファイバ8は、図中左方のノード(図示せず)からノードNに導かれ、フォトダイオード22、光スイッチ16、光アンプ31、光スイッチ17を通って図中右方のノード(図示せず)へと繋がれている。これらの光ファイバ5～8でリングネットワークが構成される。

【0050】光スイッチ13、14、16、17は、図示のように光ファイバで接続されている。ここで、図2(a)に示す光線路切替システム40は、光スイッチ13、14、16、17全てがバー状態である。光線路切替システム40は、以上のように構成されており、例えば、図4(b)に示すように、現用光ファイバ5、6と予備光ファイバ7、8に障害Osが生じると、フォトダイオード21、22から出力される信号に基づいて制御装置24が、光スイッチ14、16に切替信号を出力してそれぞれバー状態からクロス状態に切り替え、プロテ\*

光スイッチの切替え状態		光ファイバ障害位置
13, 17	14, 16	通常時
バー	バー	ノードの下流側で現用、予備光ファイバ共に障害 (リングプロテクション方式)
バー	クロス	ノードの上流側で現用、予備光ファイバ共に障害 (リングプロテクション方式)
クロス	バー	

【0056】本実施例の光線路切替システム40においては、リングプロテクション方式で伝送路を切り替えるには、通常時にバー状態である全ての光スイッチのうち1つがクロス状態に切り替わることで実現可能である。このため、光線路切替システム40においては、光スイッチが切り替わらないことによりプロテクション機能が作動しないという事故の起こる可能性が低減される。また、光線路切替システム40においては、システムを構成する光スイッチの数を4個に低減可能であることがわかる。

【0057】(実施例4)次に、本発明の光線路切替システムに係る他の実施例を図5(a)、(b)に示す構成図に基づいて説明する。光線路切替システム45は、図5(a)、(b)に示すように、現用光ファイバ5、6及び予備光ファイバ7、8を有する光通信用のリング※50

12

\*クション機能が発現される。

【0051】これにより、光線路切替システム40においては、図中左方の他のノードから現用光ファイバ5によって伝送されてくる光信号が、太線で示すように、光スイッチ13→光アンプ26→光合分波器11→光アンプ28→光スイッチ14→光減衰器35→光スイッチ14→光アンプ30→光スイッチ13を経て予備光ファイバ7に切り替えられて左方の他のノードへ伝送され、リングプロテクション方式で巡回ルートが設定される。

【0052】一方、図中右方の他のノードから現用光ファイバ6によって伝送されてくる光信号は、光スイッチ17→光アンプ27→光合分波器12→光アンプ29→光スイッチ16→光減衰器36→光スイッチ16→光アンプ31→光スイッチ17を経て予備光ファイバ8に切り替えられて右方の他のノードへ伝送され、リングプロテクション方式で巡回ルートが設定される。

【0053】本実施例の光線路切替システム40においては、互いに反対方向に光信号を伝送する現用光ファイバ5と予備光ファイバ7並びに現用光ファイバ6と予備光

ファイバ8が、それぞれ独立なペアを構成しているので、ファイバ障害の位置によって2つのペアがそれぞれ独立にリングプロテクション方式のプロテクション機能をとることが可能である。

【0054】表2に光ファイバ障害位置とプロテクション機能を実現するために切り替わる各光スイッチの切り替え状態の関係を一覧表にして示す。

【0055】

【表2】

※ネットワークのノードNに設けられ、光合分波器11、12、光スイッチ81～84、フォトダイオード19～22、制御装置24、光アンプ26～31及び光減衰器34～37を備え、リングプロテクション方式及びスパンプロテクション方式の双方でプロテクション機能を実現することができる。

【0058】ここで、光スイッチ81～84としては、例えば、図6(a)に示す光スイッチを使用することができる。即ち、例えば、光スイッチ81は、図6(a)に示すように、互いに突合せ端面で突き合わされ、突合せ端面に沿って相対移動可能で、突合せ端面間に屈折率整合剤(図示せず)が充填された第1フェルール90と第2フェルール95を備え、光スイッチ82～84も同様である。

【0059】第1フェルール90及び第2フェルール9

5は、それぞれ突合せ端面に等間隔で蕊出する6本の光ファイバ90a, 95aを有し、図6(a)に示す接続状態を状態I、図6(b)に示す接続状態を状態II、図6(c)に示す接続状態を状態IIIと呼ぶ。従って、光スイッチ81~84は、状態Iを中心として、一度のフェルールの移動、即ち1回のスイッチ切替操作で、それぞれ状態IIあるいは状態IIIに接続状態を切替え可能である。

【0060】本実施例の光線路切替システム45は、図5(a), (b)に示すように、光信号の伝送経路が太線で表され、図5(a)においては4つの光スイッチ81~84全てが状態Iの接続状態にある。光線路切替システム45は、以上のように構成されており、例えば、図5(b)に示すように、現用光ファイバ5, 6と予備光ファイバ7に障害Osが生じると、現用光ファイバ5, 6についてはフォトダイオード19, 20から出力される信号に基づいて制御装置24が、予備光ファイバ7については左方に隣接するノードに設けた対応するフォトダイオードからの信号を基に制御装置24が、光スイッチ81, 84に切替信号を出力してそれぞれ状態Iから状態IIに切り替え、プロテクション機能が発現される。

【0061】これにより、光線路切替システム45においては、図中右方の他のノードから予備光ファイバ7によって光信号が伝送され、この光信号は、光スイッチ82→光アンプ30→光スイッチ81→光減衰器34→光スイッチ81→光アンプ26→光合分波器11→光アンプ28→光スイッチ82を経て現用光ファイバ5に伝送経路が切り替えられた後、右方のノードに伝送され、リングプロテクション方式で巡回ルートが設定される。

【0062】このとき、光アンプ30は、光ファイバに\*30

\*障害が生じた区間に近接する2つのノード以外のリングネットワークを構成するノード(例えば、図8(a)におけるノードN4やノードN5の場合を指す)において光信号が予備光ファイバをバイパスしていく際のノード間のロス補償用である。従って、本実施例に示したような光ファイバに障害が生じた区間に近接する2つのノードでは、経路がループバックされて光合分波器11に隣接する光アンプ28によって隣のノードまでの伝送パワーを補償している。このため、光アンプ30による增幅は不要であるので、光アンプ30に相当するゲイン分を光減衰器34で減衰させる。

【0063】一方、図中右方の他のノードから予備光ファイバ8によって伝送されてくる光信号は、光スイッチ84→光アンプ27→光合分波器12→光アンプ29→光スイッチ83を経て現用光ファイバ6に切り替えられた後、左方のノードに伝送され、スパンプロテクション方式で巡回ルートが設定される。本実施例の光線路切替システム45においては、互いに反対方向に伝送する現用光ファイバ5と予備光ファイバ7並びに現用光ファイバ6と予備光ファイバ8がそれぞれ独立なペアを構成しているので、ファイバ障害の位置によって2つのペアがそれぞれ独立にリングプロテクション方式及びスパンプロテクション方式のプロテクション機能をとることが可能である。

【0064】表3に光ファイバ障害位置とプロテクション機能を実現するために切り替わる光スイッチの切り替え状態の関係を一覧表にして示す。

【0065】

【表3】

光スイッチの切替え状態				光ファイバ障害位置
81	82	83	84	通常時
I	I	I	I	ノードの下流側で現用、予備光ファイバ共に障害(リングプロテクション方式)
I	II	III	I	ノードの上流側で現用、予備光ファイバ共に障害(リングプロテクション方式)
II	I	I	III	ノードの上流側で現用光ファイバに障害(スパンプロテクション方式)
III	I	I	II	ノードの下流側で現用光ファイバに障害(スパンプロテクション方式)
I	III	II	I	ノードの下流側で現用光ファイバに障害(スパンプロテクション方式)
III	III	II	II	ノードの上、下流側で共に現用光ファイバに障害(スパンプロテクション方式)

【0066】本実施例の光線路切替システム45においては、最下段に示した「ノードの両側の現用光ファイバが障害の場合」に相当する光スイッチ切り替え状態がII-I-IIIとなる場合以外の全てにおいて、リングプロテクション方式及びスパンプロテクション方式で伝送路を切り替えるためには、通常時に状態Iである全ての光スイッチのうち1つが状態IIまたはIIIに切り替わることで実現可能である。このため、光線路切替システム45は、光スイッチが切り替わらないことによりプロテクシ

※ヨン機能が作動しないという事故の起こる可能性が低減される。

【0067】また、光線路切替システム45は、光スイッチの数を4個と低減可能であることがわかる。尚、実施例2で示したように、固定式の光減衰器34~37に代えて可変式の光減衰器38, 39をそれぞれ光アンプ30, 31の光信号の伝送方向上流側に設置した場合においても、本実施例4において実現されるプロテクション機能と同様の機能が得られることは自明である。

【0068】上記説明により、実施例1～4に示した本発明の光線路切替システムでは、プロテクション機能を実現するために光スイッチ13～18や光スイッチ81～84を用いたことにより、光スイッチの数を低減できることとともに、プロテクション機能が作動する際に切り替わる光スイッチの数をできる限り1個としたことにより、プロテクション機能の動作の確実性を向上させることができた。

【0069】また、本発明の光線路切替システムでは、光ファイバに何らかの障害が生じてプロテクション機能が作動し、リングプロテクション方式またはスパンプロテクション方式に基づいて伝送路が切り替わる際には、ピンを移動させるための電力が必要である。しかし、一旦状態が切り替わってしまえば、通常時及び両プロテクション状態では光ファイバ端面が屈折率整合剤を介して相対しているのみ、即ち、公知の光コネクタで2本の光ファイバが接続されているのと全く同様である。このため、本発明の光線路切替システムでは、その状態を維持するための電力は不要であることは明らかである。しかも、この場合、通電状態が継続するわけではないので、光スイッチ自体の信頼性は高い。従って、本発明の光線路切替システムは、高信頼性が保たれるとともに、光ファイバ及び光コネクタの原理を用いた単純な構造の光スイッチを用いているため安価であることも特徴である。

【0070】更に、本発明の光線路切替システムで用いている光スイッチは、通常の場合はピンをソレノイドコイル等を用いることで電気的に切り替え動作を行っているが、ピンとコイルを連結している部分につまみなどを設ければ手動でピンを動かすこともでき、停電時など非常の場合においても切り替え動作が可能である。このため、信頼性の高い光線路切替システムを提供することができる。

【0071】尚、上記各実施形態においては、ノード内の伝送路に設けたフォトダイオード(PD)によって光信号あるいはその一部を直接モニタすることで、伝送路における障害の発生の有無を検出した。しかし、伝送路における障害発生の有無を検出する手段は、上記実施形態に限定されるものではなく、例えば、光信号にバイロットトーンと呼ばれる信号を重畳して伝送し、それをノードにおいてバイロットトーン検波回路を用いて検出してもよい (Journal of Lightwave Technology, Vol. 15, No. 12, Dec., 1997, P. 2197-2205, Yoshiyuki Hamazumi and Masafumi Koga, "Transmission Capacity of Optical Path Overhead Transfer Scheme Using Pilot Tone for Optical Path Network" 参照)。

【0072】【発明の効果】本発明によれば、光通信用ネットワークにおいて、光信号を伝送する伝送路に障害が生じた場合に、伝送路を確保するために予偏光伝送路に迂回ルートを設定するいわゆるプロテクション機能を有し、且つ、

構成部品である光スイッチ数を低減することにより、ネットワークの信頼性向上が可能な光線路切替システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光線路切替システムの第1の実施例を示す構成図である。

【図2】図1の光線路切替システムで用いる光スイッチの構成図である。

【図3】本発明の光線路切替システムの第2の実施例を示す構成図である。

【図4】本発明の光線路切替システムの第3の実施例を示す構成図である。

【図5】本発明の光線路切替システムの第4の実施例を示す構成図である。

【図6】図5の光線路切替システムで用いる光スイッチの構成図である。

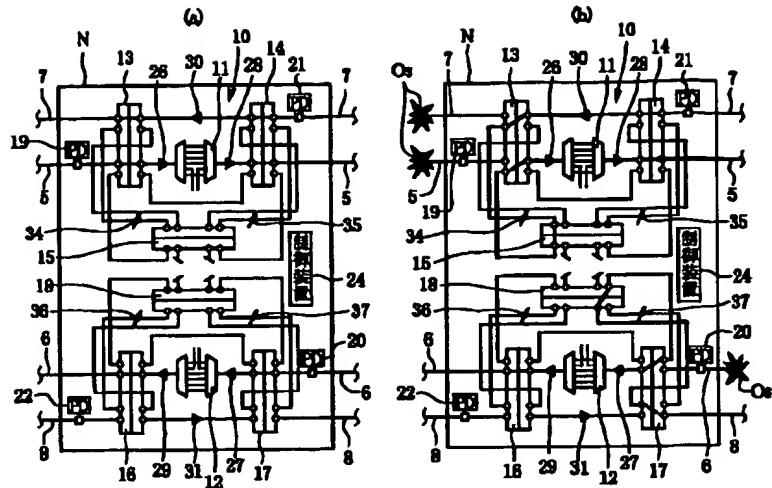
【図7】リング状ネットワークの形態を説明する模式図。

【図8】従来のSONET層におけるプロテクション時に設定される迂回ルートの模式図。

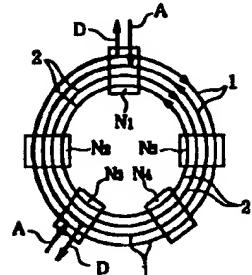
【符号の説明】

5, 6	現用光ファイバ
7, 8	予偏光ファイバ
10	光線路切替システム
11, 12	光合分波器
13～18	光スイッチ
19～22	フォトダイオード
24	制御装置
26～28	光アンプ
30, 31	光アンプ
34～39	光減衰器
40	光線路切替システム
45	光線路切替システム
50	第1フェルール
50a, 50b	ピン孔
51～54	光ファイバ
55, 56	ループバックファイバ
60	第2フェルール
60a, 60b	ピン孔
61～64	光ファイバ
65, 66	ループバックファイバ
71, 72	ピン
81～84	光スイッチ
90	第1フェルール
90a	光ファイバ
95	第2フェルール
95a	光ファイバ
N	ノード(端局)
Os	障害

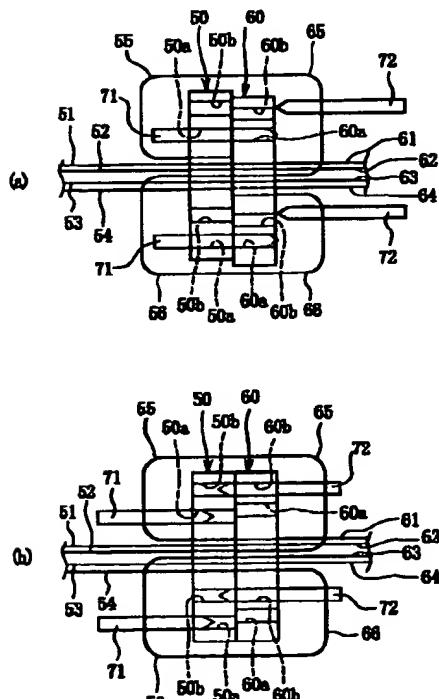
〔図1〕



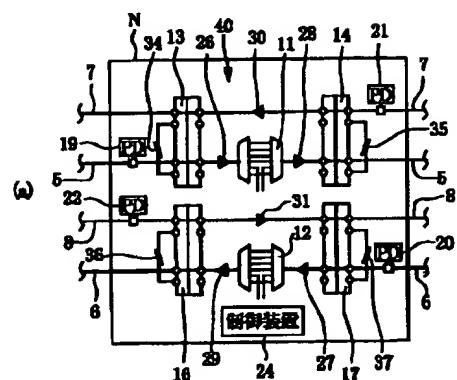
〔図7〕



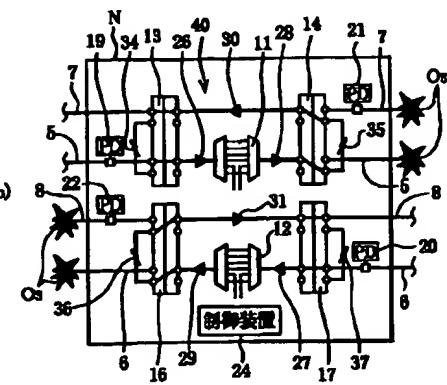
【図2】



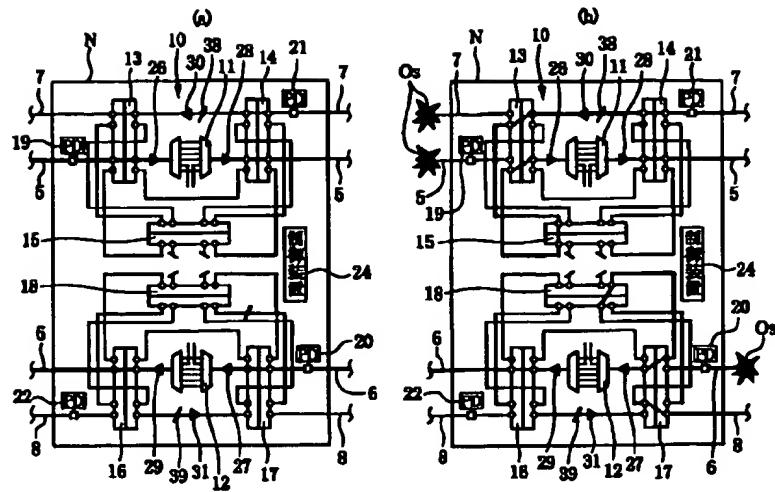
【図4】



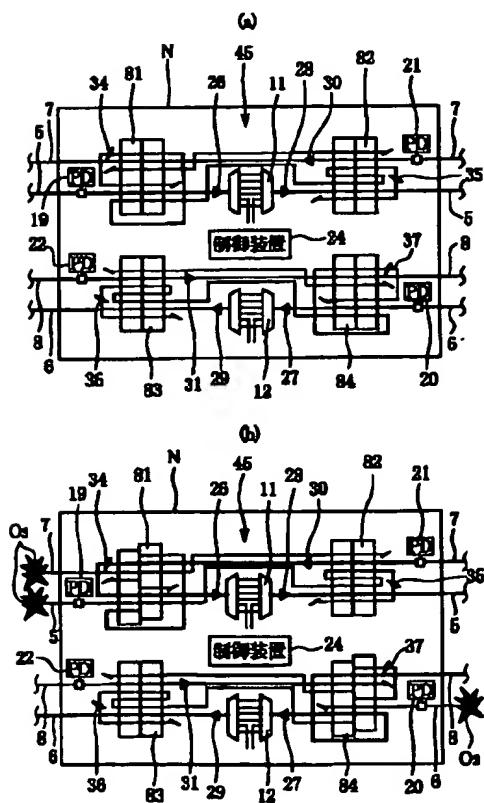
5



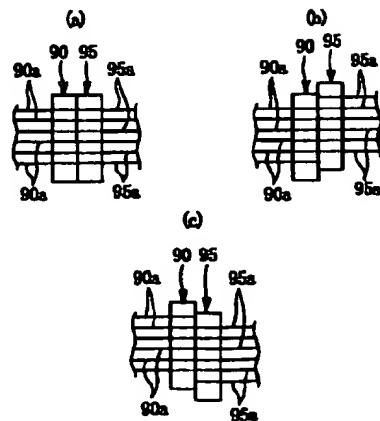
【図3】



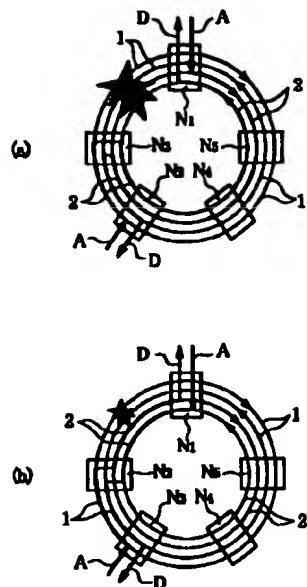
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの焼き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I  
H 04 L 11/00

マークト(参考)

331

Fターム(参考) 2H036 JA02 QA60  
 2H041 AA17 AB20 AC01 AZ03  
 5K002 AA05 AA07 BA02 BA04 BA05  
 BA06 CA13 DA02 DA04 DA11  
 EA05 EA33 FA01  
 5K031 AA08 CA15 DA11 DA19 DB12  
 DB14 EA01 EA11 EB02 EB05